Bunesco, A. (1959): Contribution à l'étude de la repartition géographique de quelques mammifères méditerranées en Roumanie. Säugetierkundl. Mitt. **7**, 1—4.
Calinescu, R. J. (1931): Mamiferale Romaniei. Bucuresti.
Dulic, B., u. Tortic, M. (1960): Verzeichnis der Säugetiere Jugoslawiens. Säugetierkdl. Mitt. **8**, 1—12.
Gromov, J. M., u. a. (1963): Säugetierfauna der UdSSR, Bd. **2**, Moskau—Leningrad (russ.).
Heinrich, W. (1940): Der Tigeriltis in Bulgarien. Der Zool. Gart. N. F. **12**, 322—325.
Kattinger, E. (1934): Beiträge zur Vogelkunde Nordgriechenlands. Verh. Orn. Ges. Bayerns **20**, 349—437.
Markov, G., & Christov, L. (1960): Bosainizite na juschna dobrudscha. Sp. Priroda 9, 6. (bulgar.).
Markotsch, G. W. (1959): Der Tigeriltis (*Vormela peregusna* Gueld.), eine seltene Art in der RVR. Ocrotirea naturii **4**, 157.
Martino, W. (1937): Prilog sa sistematiku twora. Lowza, br. 9—10, 1—5. (serbisch).
Miller, G. S. (1912): Catalogue of the mammals of western Europe. London.
Nowikov, G. A. (1956): Raubtiere der Fauna der UdSSR. Moskau—Leningrad (russ.).
Ognev, S. J. (1935): Die Säugetiere der UdSSR und der Nachbarländer. Bd. 3, Moskau—Leningrad (russ.).
Ondrias, J. C. (1965): Die Säugetiere Griechenlands. Säugetierkundl. Mitt. **13**, 109—127.
Pocock, R. J. (1936): The Polecats of the Genera *Putorius* and *Vormela* in the British Museum. Proc. Zool. Soc. London, 691—723.
Stroganov, S. U. (1948): Neue Angaben zur Systematik des Tigeriltis (*Vormela peregusna* Gueld.). Trud. zool. Inst. **7**, 129—131 (russ.).
Schwarz, S. S. (1954): Zur Frage der Artenspezialisierung bei den Wirbeltieren. Zool. Journ. **33**, H. 6 (russ.).
Schwarz, S. S. (1956): Zur Frage der Entwicklung einiger interessanter Merkmale der Landwirbeltiere. Zool Journ. **35**, H. 6 (russ.).
Tatarinov, K. A. (1957): Materialien zur Dynamik einiger Säugetiere in der Ukraine. Staatsuniv. Lwow, Mater. po zoogeogr. suschi.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. N. Atanassov, Bulgarische Akademie der Wissenschaften, Zoologisches Institut und Museum, Boulevard Ruski 1, Sofia, Bulgarien

Hirn-Körpergewichtsbeziehungen bei Boviden

Von Henriette Oboussier und Harald Schliemann

Aus dem Zoologischen Staatsinstitut und Zoologischen Museum Hamburg

Eingang des Ms. 10. 8. 1966

A. Einleitung

Zwischen dem Hirngewicht und der Körpergröße besteht eine regelhafte Beziehung. Snell (1892), Dubois (1898), Lapicque (1898), Klatt (1921) u. a. konnten zeigen, daß das Hirngewicht in Abhängigkeit vom Körpergewicht entsprechend der heute als Allometrieformel bekannten Funktion $y = b \cdot x^a$ (y = Hirn-, x = Körpergewicht) zu- bzw. abnimmt. Der Exponent a der Allometrieformel beschreibt das Ausmaß der Hirngewichtszunahme bei einer bestimmten Körpergewichtssteigerung. Auf die Höhe des Wertes von b haben Faktoren Einfluß, die außer der Körpergröße das Hirngewicht beeinflussen. Es sind hier in diesem Zusammenhang die progressive Entwicklung höherer Zentren des Hirns und der Ausbau einzelner, bestimmten Leistungen zugeordneter Systeme als bedeutungsvoll zu nennen (Stephan, 1959; Stephan u. Spatz, 1961; Starck, 1965; Stephan u. Bauchot, 1965). Mit Hilfe der Allometrieformel lassen sich

die Hirngewichte unterschiedlich großer Tiere einer Spezies oder eines begrenzten Verwandtschaftskreises miteinander vergleichen, und der Körpergrößeneinfluß auf das Hirngewicht wird erkennbar. Nicht durch Körpergrößeneinfluß bedingte Hirngewichtsunterschiede zwischen verschiedenen Spezies, deren Vergleichbarkeit durch ihre systematisch-phylogenetische Zusammengehörigkeit gesichert sein muß, haben beide oder einen der oben genannten Faktoren zur Ursache. Diese Hirngewichtsunterschiede bilden die Grundlage für die Feststellung der Encephalisation (Stephan u. Spatz, 1961). Zur Beurteilung des phylogenetischen Ranges, den Säugetiere in bezug auf die Entwicklung des Hirnes einnehmen, ist die auf die Körpergröße bezogene Ausdehnung des Neocortex am besten geeignet. Stephan u. Spatz (1961) haben nachgewiesen, daß Encephalisationsunterschiede bei Insektivoren in manchen Fällen mit Unterschieden in der Neocortikalisation korreliert sind. Besteht das Untersuchungsmaterial aus Tieren einander ähnelnder Anpassungstypen eines Verwandtschaftskreises, so ist es wahrscheinlich, daß größenunabhängige Hirngewichtsdifferenzen durch Unterschiede in der Neocortikalisation und den mit dem Neocortex in Verbindung stehenden neencephalen Strukturen des Hirns verursacht sind.

Während sich die Größe des Neocortex nur mit Hilfe von Schnittserien (Stephan, z. B. 1956a u. b, 1961; Schumacher, 1963) oder einer makroskopischen Präparation (Wirz, 1950; Bauchot u. Stephan, 1961) erfassen läßt, kann an Hand der mit Hilfe allometrischer Verfahren leicht erkennbaren Encephalisationsunterschiede, wie auch Stephan und Bauchot (1965) betonen, rasch ein erster Überblick über zu untersuchendes Material gewonnen werden.

Die Unterschiede im Körpergewicht zwischen kleinen und großen Vertretern der Familie Bovidae sind erheblich: Bei dem hier vorgelegten Material wiegen die kleinsten Tiere etwas mehr als 3 kg *(Nesotragus)*, die größten dagegen etwa 900 kg *(Syncerus)*. Die Hirngewichte schwanken zwischen 30 und mehr als 600 g. Es soll, soweit das Material es gestattet, untersucht werden, wie die Hirngewichtszunahme bei steigender Körpergröße erfolgt und ob sie sich innerhalb der Bovidae durchgehend und allein als Folge der Zunahme des Körpergewichtes verstehen läßt, oder ob größenunabhängige Hirngewichtszunahmen zu verzeichnen sind, die — wie auch Röhrs (1959, 1961) sagt — im Hinblick auf die phylogenetische Stellung der Tiere innerhalb ihres Verwandtschaftskreises interessant sind.

B. Material und Methode

Die untersuchten Tiere wurden auf mehreren Afrikareisen[1] gesammelt. Insgesamt wurden für diese Mitteilung die Hirn-Körpergewichtsdaten von 147 Tieren, die sich auf die Unterfamilien Antilopinae, Bovinae, Cephalophinae und Hippotraginae[2] verteilen, ausgewertet. Die Tiere wurden nach dem Sammeln sofort verwogen; bei den Gewichtsangaben handelt es sich um Bruttogewichte. Der unterschiedliche Blutverlust und nicht reproduzierbare Verdunstungsverluste bei in Teilen gewogenen Tieren beeinträchtigen die Genauigkeit der Werte, sie sind jedoch bei der Feldarbeit kaum zu vermeiden. Die Tiere wurden möglichst rasch nach ihrem Tode präpariert, die herausgenommenen Hirne vor der Formolfixierung gewogen. In der nachfolgenden Tabelle (S. 466) sind

[1] In Angola (1959 und 1961) und in Ostafrika (1963 und 1965). Die Reisen wurden durchgeführt mit Mitteln der Hochschulabteilung Hamburg, der Joachim-Jungius-Gesellschaft der Wissenschaften, des Forschungsrates der Freien und Hansestadt Hamburg, der Hamburgischen wissenschaftlichen Stiftung, der Universitätsgesellschaft Hamburg, der hansischen Universitätsstiftung (BAT) und der Hamburger Wirtschaft. Die Teilnahme H. Schliemanns (1965) wurde durch die DFG ermöglicht.

[2] Systematik nach Simpson (1945).

die für diese Untersuchung verwendeten Daten zusammengestellt. Die arithmetischen Mittel der Hirn- und Körpergewichte wurden nach dem Ausscheiden juveniler Tiere, deren Körpergewicht außerhalb der Streuungsbreite der anderen, adulten Artgenossen lagen, errechnet. Altersunterschiede innerhalb der adulten Tiere wurden angesichts des geringen Materials nicht berücksichtigt, obwohl vielfach die ältesten Tiere die in bezug auf die Körpergröße am stärksten entwickelten waren (Oboussier, 1963, 1964, 1965). Lediglich für jedes Tier, das den Zahnwechsel noch nicht beendet hatte, ist in der Tabelle zur Kennzeichnung ein * aufgeführt. Unterarten und Geschlechter werden nicht gesondert betrachtet.

Tabelle der Hirn- und Körpergewichte

		Anzahl der Wertpaare	durchschnittl. Körpergewicht		durchschnittl. Hirngewicht	
			kg	(min.-max.)	g	(min.-max.)
Antilopinae						
Aepyceros melampus	(A)	8	59,5	(40— 78)	162,7	(150—196)
Aepyceros petersi	A	3/4	57,7	(51— 62)	195,3	(166—215)
Antidorcas marsupialis	B	12**	35,8	(23— 40)	135,3	(114—145)
Gazella granti	(C)	4	58,0	(41— 75)	158,3	(143—180)
Gazella thomsoni	C	7*	19,6	(17— 24)	87,7	(74— 96)
Litocranius walleri	D	2	40,0	(38— 42)	117,5	(105—130)
Nesotragus moschatus	E	3*	3,3	(3,2—3,5)	32,7	(32— 36)
Oreotragus oreotragus	F	3*	12,0	(11— 14)	58,7	(54— 62)
Ourebia ourebi	G	5	14,6	(13— 16)	57,6	(50— 70)
Raphicerus campestris	H	7/8	10,7	(10— 12)	51,5	(44— 57)
Rhynchotragus kirki[1]	I	10*	4,8	(3,7—6,0)	33,8	(29— 37)
Bovinae						
Limnotragus spekii[2]	J	2*	48,5	(42— 45)	157,5	(145—170)
Strepsiceros strepsiceros[2]	K	2	172,5	(160—185)	342,0	(340—344)
Strepsiceros imberbis[2]	(K)	2	145,0	(140—150)	219,0	(214—224)
Syncerus caffer	L	2	750,0	(600—900)	605,0	(570—640)
Taurotragus oryx	M	2	500,0	(400—600)	485,0	(440—530)
Tragelaphus scriptus	N	1	28,0		145,0	
Cephalophinae						
Cephalophus leucogaster	(P)	1	13,0		93,0	
Cephalophus monticola	[P]	1	6,0		52,0	
Cephalophus nigrifrons	P	3**	13,3	(11— 15)	83,0	(79— 86)
Sylvicapra grimmia	Q	8****	12,8	(11— 16)	79,1	(68— 96)
Hippotraginae						
Adenota kob[2]	R	2/3	105,0	(100—110)	204,0	(204)
Alcelaphus buselaphus	S	4*	153,8	(130—170)	293,5	(250—329)
Alcelaphus lichtensteini	(S)	1	165,0		357,0	
Damaliscus korrigum	(T)	3	135,0	(120—150)	270,7	(259—288)
Damaliscus lunatus	T	6**	117,5	(80—150)	302,0	(260—330)
Gorgon taurinus[2]	U	11***	160,1	(115—195)	359,7	(317—390)
Hippotragus equinus	V	8*	238,8	(215—280)	387,9	(363—405)
Hippotragus niger	(V)	2	162,5	(160—165)	281,0	(280—282)
Kobus defassa	W	5	230,2	(221—250)	313,0	(303—325)
Onotragus leche[2]	X	3	123,0	(122—125)	222,7	(220—225)
Oryx gazella	Y	2	130,0	(120—140)	274,0	(261—287)
Redunca arundinum	Z	5/6	61,4	(50— 71)	138,0	(130—147)
Redunca fulvorufula	(Z)	1	31,0		109,0	
Redunca redunca	[Z]	2	47,5	(45— 50)	123,5	(117—130)

[1] Nomenklatur n. Ellerman et al. (1953). — [2] Nomenklatur n. Roberts (1951).

Zur graphischen Darstellung der Abhängigkeit des Hirngewichtes vom Körpergewicht wurden die entsprechenden Werte aller zur Verfügung stehenden Individuen in ein Koordinatensystem mit doppelt logarithmischer Unterteilung eingetragen. Hier streuen die Werte um eine Gerade, entsprechend der Tatsache, daß die logarithmierte Form der Allometrieformel eine Gleichung ersten Grades ($\log y = \log b + a \log x$) darstellt. Dem Punkteschwarm der Mittelwerte der Hirn- und Körpergewichte wurden für interspezifische Vergleiche Geraden angepaßt, die mit den für lineare Regressionen gültigen Rechenverfahren bestimmt wurden (WEBER, 1956; BONNIER u. TEDIN, 1959). Der Regressionskoeffizient a (= Exponent der Allometrieformel) wurde nach der Formel $a = \frac{\Sigma (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\Sigma (x_i - \bar{x})^2}$ [3] errechnet. Der Wert von a stellt den Tangens des Anstiegswinkels der Regressionsgeraden dar. Für b ergibt sich: $\log b = \log y - a \log x$. Der Korrelationskoeffizient (r) wurde nach der Formel $r = \frac{\Sigma (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\Sigma (x_i - \bar{x})^2 \cdot \Sigma (y_i - \bar{y})^2}}$ [4] ermittelt. Der Zufallhöchstwert von r (zw)[5] bezeichnet bei N — 2 Freiheitsgraden die Grenze, die der Korrelationskoeffizient nicht unterschreiten darf, damit entsprechend der angegebenen Wahrscheinlichkeit (P) der Zusammenhang zwischen den Wertereihen als gesichert angesehen werden darf. Encephalisationsunterschiede sind in der graphischen Darstellung bei gleichem Körpergewicht aus dem direkten Abstand der Mittelwerte[6] zweier Spezies, bei ungleichem Körpergewicht durch Bezug auf die Regressionsgerade erkennbar.

C. Ergebnisse

Die Regressionsgerade für die Familie Bovidae wird dargestellt durch: $\log y = 1{,}2258 + 0{,}56 \cdot \log x$. Bei erheblicher Streuung der Einzelwerte (s. Tabelle u. Abbildung) scharen sich die Mittelwerte relativ dicht um die Regressionsgerade ($r = 0{,}98$; $zw < 0{,}55$ bei $P = 0{,}01\,\%$). Der Regressionskoeffizient 0,56 wurde bei allometrischen Untersuchungen der Abhängigkeit des Hirngewichtes vom Körpergewicht häufig errechnet. Er charakterisiert, wie STEPHAN (1959) sagt, die „normalste" Abhängigkeit des Hirngewichtes vom Körpergewicht. Die getrennte Berechnung der Regressionsgeraden für die Unterfamilien ergibt für die Antilopinae, die Cephalophinae und Hippotraginae sehr ähnliche Regressionskoeffizienten (Antilopinae: $\log y = 1{,}1195 + 0{,}62 \cdot \log x$; $r = 0{,}98$; $zw < 0{,}90$ bei $P = 0{,}01\,\%$; Cephalophinae: $\log y = 1{,}2261 + 0{,}63 \cdot \log x$; $r = 0{,}96$; $zw < 0{,}90$ bei $P = 5\,\%$; Hippotraginae: $\log y = 0{,}9996 + 0{,}67 \cdot \log x$; $r = 0{,}95$; $zw < 0{,}80$ bei $P = 0{,}01\,\%$). Die Regressionsgerade für die Bovinae zeichnet sich durch einen flacheren Anstiegswinkel ($\log y = 1{,}4672 + 0{,}45 \cdot \log x$; $r = 0{,}98$; $zw < 0{,}98$ bei $P = 0{,}01\,\%$) aus, der allerdings nicht als gesichert betrachtet werden darf, da die Mittelwerte jeder Spezies aus nur zwei Wertepaaren errechnet werden mußten.

Die geringe in jeder Spezies zur Verfügung stehende Individuenzahl bedingt, daß über die Variationsbreite von Hirn- und Körpergewicht innerhalb jeder Spezies kaum sichere Aussagen gemacht werden können. Eine durchgehende Rangordnung der hier untersuchten Spezies der Bovidae aufstellen zu wollen, erscheint aus diesem Grunde nicht vertretbar. Ein Versuch dieser Art würde sicherlich in vielen Fällen eine nicht

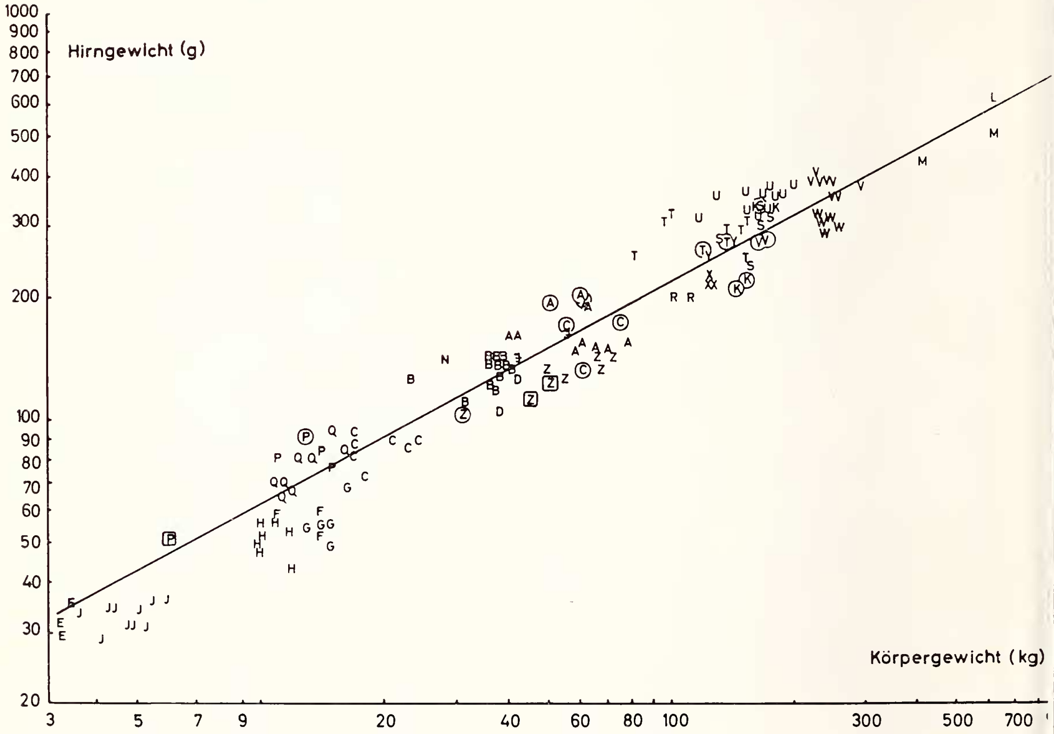
[3] WEBER, S. 281.

[4] WEBER, S. 285.

[5] WEBER, S. 296, 439.

[6] Spezies-Mittelwerte wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht in die Abbildung eingetragen.

reale Rangfolge auf Grund häufig unbedeutender Encephalisationsunterschiede, die durchaus zufälliger Natur sein können, konstruieren. Die Arten *Aepyceros petersi, Alcelaphus lichtensteini, Cephalophus leucogaster, Cephalophus monticola, Strepsiceros strepsiceros* und *Tragelaphus scriptus,* die in diesem Material relativ hoch encephalisiert erscheinen, sind nur durch ein oder sehr wenige Individuen vertreten. Dasselbe gilt für die Spezies *Redunca redunca* und *Strepsiceros imberbis,* die hier beide eine relativ niedrige Encephalisation aufweisen. Mit Hilfe der Hirn- und Körpergewichte dieser und anderer Arten können keine die Rangfolge betreffenden Aussagen gemacht werden. Auch die Tatsache, daß die Regressionsgerade der Cephalophinae gegenüber derjenigen der Antilopinae fast parallel in Richtung auf höhere Hirngewichte verschoben ist, läßt nur mit dem Vorbehalt einer späteren Prüfung an reichlicherem Material den Schluß zu, daß die Cephalophinae gegenüber den Antilopinae höher encephalisiert sind. Es muß beachtet werden, daß fast 50 % der aus dieser Unterfamilie untersuchten Individuen vermutlich ihr volles Endgewicht noch nicht erreicht hatten und von den Arten *Cephalophus leucogaster* und *Cephalophus monticola* nur je ein Tier untersucht werden konnte. Für die in größeren Individuenzahlen vertretenen Spezies *Damaliscus lunatus* und *Gorgon taurinus* dagegen mag die Feststellung einer relativ hohen Encephalisation berechtigt sein. Es muß allerdings auch hier hinzugefügt werden, daß der Körpergewichtsmittelwert von *Damaliscus lunatus* in drei Fällen und der von *Gorgon taurinus* in einem Fall von Individuen stark beeinflußt wird, die ihren Zahnwechsel noch nicht beendet hatten und infolge eines vermutlich zu geringen Körpergewichtes



Hirngewichte (y-Achse) und Körpergewichte (x-Achse) aller untersuchten Individuen im doppelt-logarithmierten Koordinatensystem. Individuen einer Art sind mit dem gleichen Buchstaben bezeichnet (s. in der Tabelle die Spalte hinter den Spezies-Namen). Die Regressionsgerade $\log y = 1{,}2258 + 0{,}56 \log x$ wurde an Hand der Spezies-Mittelwerte errechnet.

relativ sehr hoch encephalisiert erscheinen. Gegen *Gorgon taurinus* und *Damaliscus lunatus* heben sich einige anscheinend relativ niedrig encephalisierte Spezies, nämlich *Ourebia ourebi, Raphicerus campestris, Redunca arundinum* und *Rhynchotragus kirki,* ab. Eine mittlere Position nehmen *Aepyceros melampus, Antidorcas marsupialis, Gazella thomsoni, Hippotragus equinus* und *Kobus defassa* ein.

Diese Gruppierung ist sicherlich noch keine endgültige. Sie zeigt aber, daß die Bovidae in bezug auf die Encephalisation sehr wahrscheinlich nicht homogen sind. Materialvermehrung ist notwendig, damit die Encephalisationsunterschiede — sie betragen maximal (zwischen *Damaliscus lunatus* und *Ourebia ourebi*) ca. 60 % — gesichert und unter Einbeziehung der weiter oben genannten Spezies feiner abgestuft werden können. Eine Deutung dieser Unterschiede kann erst nach ihrer Sicherung und einer quantitativen Bestimmung der Größe des Neocortex versucht werden.

Die für den intraspezifischen Vergleich errechneten Regressionsgeraden konnten nicht gesichert werden. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, daß auch bei den Bovidae für die Abhängigkeit des Hirngewichtes vom Körpergewicht der bekannte Unterschied in der Höhe des Regressionskoeffizienten zwischen intra- und interspezifischer Allometrie regelhaft auftritt (Dubois, 1898; Lapicque, 1898, 1907; Klatt, 1921; Herre, 1955; Röhrs, 1959). Für die drei Arten mit den größten Individuenzahlen ergab sich: $\log y = 1{,}7739 + 0{,}23 \cdot \log x$ bei *Antidorcas marsupialis* ($r = 0{,}44$; $zw > 0{,}55$ bei $P = 5\,\%$), $\log y = 2{,}0271 + 0{,}24 \cdot \log x$ bei *Gorgon taurinus* ($r = 0{,}54$; $zw > 0{,}60$ bei $P = 5\,\%$) und $\log y = 1{,}3780 + 0{,}22 \cdot \log x$ bei *Rhynchotragus kirki* ($r = 0{,}42$; $zw > 0{,}60$ bei $P = 5\,\%$). Ob bezüglich des Verhaltens des Hirngewichtes bei steigendem Körpergewicht Unterschiede zwischen den Geschlechtern einer Art bestehen, kann nach dem hier vorgelegten Material noch nicht entschieden werden.

Ein Anhaltspunkt zur Beurteilung der Frage, ob eine lineare Regression die Hirn-Körpergewichtsbeziehungen bei den Bovidae hinreichend gut beschreibt, oder ob dem Punkteschwarm der Mittelwerte im doppelt logarithmischen Koordinatensystem eine Parabel besser angepaßt ist (Count, 1946; Stephan, 1959; Schumacher, 1963), wurde folgendermaßen zu erreichen versucht: Das Material wurde in drei von der systematischen Gliederung unabhängige Gewichtsklassen unterteilt. Für jede dieser Klassen wurde die Regressionsgerade bestimmt und die unterschiedlichen Anstiegswinkel miteinander verglichen. Es ergab sich für die Gewichtsklasse bis 20 kg Körpergewicht: $\log y = 1{,}1905 + 0{,}59 \cdot \log x$ ($r = 0{,}86$; $zw < 0{,}85$ bei $P = 1\,\%$), für die Klasse 20—100 kg: $\log y = 1{,}4043 = 0{,}45 \cdot \log x$ ($r = 0{,}78$; $zw < 0{,}75$ bei $P = 1\,\%$) und für die Klasse über 100 kg: $\log y = 1{,}4106 + 0{,}48 \cdot \log x$ ($r = 0{,}86$; $zw < 0{,}60$ bei $P = 1\,\%$). Nach dieser Aufteilung des gesamten Materials folgt die Abhängigkeit des Hirngewichtes vom Körpergewicht in den beiden oberen Gewichtsklassen damit Regressionsgeraden, die einen flacheren Anstiegswinkel besitzen als die Gerade der Klasse mit den niedrigeren Körpergewichten. Diese Befunde erlauben die Deutung, daß die Gerade $\log y = 1{,}2258 + 0{,}56 \cdot \log x$ den Punkteschwarm der Hirn-Körpergewichte nicht optimal repräsentiert. Die unterschiedlichen Anstiegswinkel sind allerdings nicht gegeneinander abzusichern (t-Analyse, Bonnier u. Tedin, S. 146). Die Befunde bedeuten nicht, daß sich an diesem Material eine Gesetzmäßigkeit dergestalt zeigt, daß die Hirn-Körpergewichtsbeziehungen bei größeren Körpergewichtsunterschieden im doppelt logarithmischen Koordinatensystem nicht durch eine Gerade darstellbar sind. Die flacheren Anstiegswinkel der Geraden der zwei Klassen mit dem höheren Körpergewicht sind dadurch bedingt, daß in die Berechnung der Regressionsgeraden die Wertepaare der Bovinae mit eingehen. Für diese aber war eine Regressionsgerade mit dem Koeffizienten 0,45 gefunden worden (s. S. 467). Berechnet man für die zwei Gewichtsklassen die Regressionen ohne die Wertepaare der Bovinae, so ergeben sich durchaus für alle drei Klassen sehr ähnliche Koeffizienten ($a_{0-20} = 0{,}59$; $a_{21-100} = 0{,}54$; $a_{101-250} = 0{,}56$) (s. auch die Regressionskoeffizienten der Antilopinae, Cephalophinae

und Hippotraginae). Damit ist für das hier vorgelegte Material unter Ausschluß der Bovinae die Linearität der Regression des Hirngewichtes auf das Körpergewicht bis zu 250 kg Körpergewicht wahrscheinlich gemacht. Eine Abhängigkeit des Hirngewichtes vom Körpergewicht nach einer parabolischen Funktion kann sich offensichtlich innerhalb eines größeren Verwandtschaftskreises dann ergeben, wenn die systematischen Gruppen, die zu diesem Verwandtschaftskreis gehören, in bezug auf die sie kennzeichnenden Exponenten der Allometrieformel nicht übereinstimmen und sich eine bzw. mehrere Gruppen, deren Vertreter ein relativ hohes Körpergewicht besitzen, gleichzeitig durch relativ niedrige Exponenten auszeichnen.

Zusammenfassung

Die Beziehungen des Hirngewichtes zum Körpergewicht werden in einem interspezifischen Vergleich an 147 Tieren aus 35 Spezies untersucht. Die Berechnung der dem Punkteschwarm der Mittelwerte der Hirn- und Körpergewichte angepaßten Regressionsgeraden ergibt: log Hirngewicht = 1,2258 + 0,56 · log Körpergewicht (Korrelationskoeffizient r = 0,98). Ein Vergleich der Hirngewichtsdifferenzen nach Elimination des Körpergrößeneinflusses macht wahrscheinlich, daß die Bovidae bezüglich der Encephalisation nicht homogen sind. Es kann an dem vorgelegten Material eine Gruppe von Spezies mit hoher Encephalisation *(Damaliscus lunatus, Gorgon taurinus,* Cephalophinae) von einer mit mittlerem *(Aepyceros melampus, Antidorcas marsupialis, Gazella thomsoni, Hippotragus equinus, Kobus defassa)* und einer weiteren mit relativ niedrigem Encephalisationsniveau *(Ourebia ourebi, Raphicerus campestris, Redunca arundinum, Rhynchotragus kirki)* unterschieden werden. Mit Hilfe weiterführender Untersuchungen, die die quantitative Erfassung des Neocortex zum Ziele haben, wird festgestellt werden können, ob diesen bislang noch nicht gesicherten Unterschieden in der Encephalisation entsprechende Differenzen in der Neocortikalisation zugrunde liegen, wie sie durch unterschiedlichen Furchenreichtum angedeutet zu sein scheinen (Oboussier, 1966; v. Tyszka, 1966).

Summary

This study considers the interspecific relation between brain weight and body weight in Bovidae based on 147 individuals of 35 different species. The arithmetic means of the brain weights and body weights fit into the formula: log brain weight = 1.2258 + 0.56 · log body weight (correlation coefficient = 0.98). Comparison of differences in brain weight after elimination of the effect of body weight makes it probable that the Bovidae cannot be regarded as homogeneous in their encephalization. A group of highly encephalized species *(Damaliscus lunatus, Gorgon taurinus,* Cephalophinae) have been distinguished from one with a medium *(Aepyceros melampus, Antidorcas marsupialis, Gazella thomsoni, Hippotragus equinus, Kobus defassa)* and another with relative low degree of encephalization *(Ourebia ourebi, Raphicerus campestris, Redunca arundinum, Rhynchotragus kirki).* Further studies should establish a measure of the size of the neocortex, and show whether differences in encephalization here are based on corresponding differences in the size of the neocortex, as seems to be suggested by casual observation of the brain sulci.

Literatur

Bauchot, R., et Stephan, H. (1961): Étude quantitative de quelques structures commissurales du cerveau des Insectivores. Mammalia **25**, 314—341.

Bonnier, G., und Tedin, O. (1959): Biologische Variationsanalyse. Parey, Hamburg und Berlin.

Count, Earl W. (1947): Brain and body weight in man: their antecedents in growth and evolution. A study in dynamic somatometry. Ann. New York Acad. Sciences **46**, 993—1122.

Dubois, E. (1898): Über die Abhängigkeit des Hirngewichtes von der Körpergröße bei den Säugetieren. Arch. Anthrop. **25**, 1—28.

— (1898): Über die Abhängigkeit des Hirngewichtes von der Körpergröße beim Menschen. Arch. Anthrop. **25**, 423—441.

Ellerman, J. R., Morrison-Scott, T. C. S., and Hayman, R. W. (1953): Southern African mammals 1758 to 1951: a reclassification. Trustees British Museum, London.

Herre, W. (1956): Fragen und Ergebnisse der Domestikationsforschung nach Studien am Hirn. Verh. d. Dtsch. Zool. Ges. in Erlangen, 144—214.

Klatt, B. (1921): Studien zum Domestikationsproblem. Untersuchungen am Hirn. Bibliotheca Genetica **2**, 1—180.

Lapicque, L. (1898): Sur la relation du poids de l'encéphale au poids du corps. Compt. rend. soc. de Biol. **5**, Sér. 10, 62—63.

— (1907): Le poids encéphalique en fonction du poids corporel entre individus d'une même espèce. Bull. et mém. Soc. d'anthr. **8**, Sér. 5, 313—345.

Oboussier, H. (1963): Die Pferdeantilope *(Hippotragus equinus cottoni* Dollman und Burlace 1928). Z. Morph. Ökol. Tiere **52**, 688—713.

— (1964): Über die individuelle Variation innerhalb einer Population des Springbockes *(Antidorcas marsupialis angolensis* Blaine 1922) unter besonderer Berücksichtigung des Hirns und der Hypophyse. Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst. Kosswig-Festschrift, 119—132.

— (1965): Zur Kenntnis der Schwarzfersenantilope (Impala) *Aepyceros melampus* unter besonderer Berücksichtigung des Großhirnfurchenbildes und der Hypophyse. Z. Morph. Ökol. Tiere **54**, 531—550.

— (1966): Das Großhirnfurchenbild als Merkmal der Evolution. Untersuchungen an Boviden II (Subfamilien Cephalophinae und Antilopinae nach Simpson, 1945). Mitt. Hamburg Zool. Mus. Inst. **63**, 159—182.

Roberts, A. (1951): The mammals of South Africa. Trustees of "The Mammals of South Africa" Book Fund, Johannesburg.

Röhrs, M. (1959): Neue Ergebnisse und Probleme der Allometrieforschung. Z. w. Zool. **162**, 1—95.

— (1961): Allometrieforschung und biologische Formenanalyse. Z. Morph. Anthrop. **51**, 289 bis 321.

Schumacher, U. (1963): Quantitative Untersuchungen an Gehirnen mitteleuropäischer Musteliden. J. Hirnf. **6**, 137—163.

Simpson, G. G. (1945): The principles of classification and a classification of Mammals. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. **85**, 1—350.

Snell, O. (1892): Die Abhängigkeit des Hirngewichtes von dem Körpergewicht und den geistigen Fähigkeiten. Arch. Psychiatr. **23**, 436—446.

Starck, D. (1965): Die Neencephalisation (Die Evolution zum Menschenhirn). In Heberer: Fortschritte der Anthropogenie, Fischer, Stuttgart.

Stephan, H. (1956): Vergleichend-anatomische Untersuchungen an Insectivoren-Gehirnen. I. Hirnform, palaeo-neocortikale Grenze und relative Zusammensetzung der Cortexoberfläche. Morph. Jb. **97**, 77—122.

— (1956): Vergleichend-anatomische Untersuchungen an Insektivorengehirnen. II. Oberflächenmessungen am Allocortex im Hinblick auf funktionelle und phylogenetische Probleme. Morph. Jb. **97**, 123—142.

— (1959): Vergleichend-anatomische Untersuchungen an Insektivorengehirnen. III. Hirn-Körpergewichtsbeziehungen. Morph. Jb. **99**, 853—880.

— (1961): Vergleichend-anatomische Untersuchungen an Insektivorengehirnen. V. Die quantitative Zusammensetzung der Oberfläche des Allocortex. Acta anat. **44**, 12—59.

Stephan, H., und Bauchot, R. (1965): Hirn-Körpergewichtsbeziehungen bei den Halbaffen (Prosimii). Acta zool. **46**, 209—231.

Stephan, H., und Spatz, H. (1961): Vergleichend-anatomische Untersuchungen an Insektivorengehirnen. IV. Gehirne afrikanischer Insektivoren. Versuch einer Zuordnung von Hirnbau und Lebensweise. Morph. Jb. **103**, 108—174.

Tyszka, H. von (1966): Das Großhirnfurchenbild als Merkmal der Evolution. Untersuchungen an Boviden I (Subfamilien Bovinae und Hippotraginae nach Simpson, 1945). Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst. **63**, 121—158.

Weber, E. (1956): Grundriß der biologischen Statistik für Naturwissenschaftler, Landwirte und Mediziner. Fischer, Jena.

Wirz, K. (1950): Zur quantitativen Bestimmung der Rangordnung bei Säugetieren. Acta anat. **9**, 134—196.

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. H. Oboussier und Dr. H. Schliemann, Zoologisches Staatsinstitut und Zoologisches Museum Hamburg, 2 Hamburg 13, Von-Melle-Park 10